

Iwona Staniec
Politechnika Łódzka

METODY PORZĄDKOWANIA LINIOWEGO W KONSTRUKCJI MIERNIKA OCENY KAPITAŁU INTELEKTUALNEGO W PRZEDSIĘBIORSTWIE

1. Wstęp

Teoretycy zauważyli, iż wartość rynkowa wielu firm i wartość opisywana w sprawozdaniach finansowych znacznie się od siebie różnią. Z badań wynika, że różnica ta powiększa się wraz z upływem czasu, np. w 1980 r. środki trwałe firm notowanych na Wall Street stanowiły 80% ich wartości rynkowej, a w 2002 r. – już zaledwie 20% – przy 80% udziale aktywów niematerialnych [Świerzewski, Juchniewicz-Rembelska 2005]. Powiększanie się różnicy między wartością zasobów przedsiębiorstwa wykazaną w sprawozdaniach finansowych a rynkową wartością przedsiębiorstw stanowi interesujący temat naukowych spekulacji o wiedzy i jej ekonomicznym znaczeniu we współczesnym świecie¹. W gospodarce opartej na wysoko rozwiniętej technologii pomysł lub myśl techniczna mogą stanowić główne źródło przychodu, np. wartość programów komputerowych ukryta jest zawsze w pomysle.

Analizy pokazują, że współczesne firmy inwestują więcej w kapitał intelektualny niż w aktywa trwałe oraz że informacja i unikalność wiedzy stają się głównymi czynnikami decydującymi o sukcesie konkurencyjnym firm, co potwierdzają sukcesy takich firm jak Amazon, Google, Travel Planet czy portalu internetowego o2.pl [Świerzewski, Juchniewicz-Rembelska 2005].

¹ Alan Greenspan, szef amerykańskiego banku centralnego, powiedział: *W miarę upływu czasu, a dotyczy to w szczególności ostatnich dziesięciu czy dwudziestu lat, coraz większa część PKB zaczyna odzwierciedlać wartość pomysłów, a nie wartości substancji materialnej czy wkładu pracy fizycznej. Ta trwała tendencja wystawia nasze systemy statystyczne na poważne kłopoty* – wypowiedź przytoczono za CFO 2/2004 na podstawie http://cfo.cxo.pl/archiwum/numer_1109.html.

Przyjmuje się, że kapitał intelektualny w firmie tworzony jest przez: aktywa rynkowe (np. pozycję rynkową, nazwę firmy, kanały dystrybucji), mienie intelektualne (aktywa chronione prawem – np. patenty, prawa do publikacji), aktywa ludzkie (jakość uzyskiwana od ludzi – np. kreatywność, umiejętność rozwiązywania problemów, (przywództwo), aktywa infrastrukturalne (filozofia zarządzania, kultura, systemy informacyjne) [Brooking 1999, s. 16-21].

W celu dotarcia do poszczególnych składowych kapitału intelektualnego konieczne jest przeprowadzenie analizy metod jego agregacji. Metody te pozwolą na stworzenie platformy do zarządzania kapitałem intelektualnym, pozwalającej na budowę przyszłej wartości firmy. Cały czas toczą się dyskusje i spory o to, co tak naprawdę decyduje o kapitale intelektualnym przedsiębiorstwa.

Obecnie wiedza stała się decydującym czynnikiem warunkującym tworzenie wartości w nowoczesnym biznesie. W tych warunkach pracownicy przestali być dla pracodawców pozycją kosztów, na równi z materiałami produkcyjnymi, energią czy częściami zamiennymi. W opinii naukowców kapitał intelektualny należy traktować jako inwestycję równie istotną jak kapitał finansowy. Proces tworzenia wartości firmy obejmuje zatem praktycznie wszystkich: kierownictwo (od najwyższego do najniższego szczebla), recepcjonistów i sprzątaczy, rządy i organizacje *non profit*. Bardziej efektywne tworzenie wartości przynosi zatem korzyść wszystkim: pracownikom, pracodawcom, akcjonariuszom i władzom państwowym [Kapitał...].

Niewątpliwie wszyscy się zgadzają, że [Świerzewski, Juchniewicz-Rembelska 2005]:

- informacja płynąca od pracowników, którzy mają styczność z rynkiem, jest bezcenna,
- realizacja pomysłów pracowników to okazja, by poszukiwać innowacyjności firmy i jej unikatowość,
- liczba klientów powinna być wyceniana i stanowić element decydujący o wartości firmy.

Celem pracy jest przedstawienie możliwości wykorzystania metody Hellwiga do konstrukcji miernika oceny kapitału intelektualnego w przedsiębiorstwie. Podstawy do budowy takich mierników dał „wzorzec rozwoju” Hellwiga [Hellwig 1968, s. 307-327]. Obecnie w teorii znanych jest wiele zmodyfikowanych mierników syntetycznych. W ocenie kapitału intelektualnego poszukuje się mierników, które mogłyby stanowić podstawę diagnozy stanu przedsiębiorstwa i być wyznacznikiem jego strategii.

2. Analiza głównych składowych

W analizie wielowymiarowej danych statystycznych badania mają na celu wskazanie istotnych zależności, jakie zachodzą między zmiennymi wykorzystanymi do opisu zjawisk wielowymiarowych. W badaniach ekonomicznych szczególnie przydatna, a niekiedy niezbędna, jest redukcja wymiaru przestrzeni cech. W rozpoznaniu struktury zbioru danych pomoże nam analiza głównych składowych (*prin-*

principal components analysis)². Metoda głównych składowych ogólnie polega na ortogonalnym przekształceniu p -wymiarowego układu zmiennych opisujących obserwację wielowymiarową na nowy układ zmiennych nieskorelowanych, tzw. głównych składowych, o wymiarze mniejszym od p ³.

Otrzymane w wyniku transformacji zmiennych główne składowe mają następujące własności:

- wariancja j -tej składowej jest równa j -tej najwyższej wartości własnej;
- suma wariancji głównych składowych jest równa sumie wariancji zmiennych wchodzących w skład wektora zmiennych.

Formalnie można wyznaczyć p głównych składowych, w praktyce uwzględnia się jednak tylko s pierwszych składowych. Nie ma obiektywnego kryterium informującego, ile głównych składowych pozostawić. W praktyce wykorzystuje się następujące kryteria:

- pozostawiamy s -głównych składowych, dla których odsetek zmienności zmiennych wyjaśniony przez nie jest wartością niewiele mniejszą od jedności, tzn. równą 0,8 czy 0,9⁴,

- zostawia się tylko te główne składowe, które mają wartości własne większe niż 1, pozostawia się więc tylko te składowe, które wyodrębniają więcej informacji niż zmienna oryginalna⁵,

- R. Cattell [1966] sugeruje jednak, by znaleźć na wykresie wartości własnych miejsce, od którego na prawo występuje łagodny spadek wartości własnych (metoda ta zwana jest testem ospyska)⁶.

Analiza głównych składowych wskazuje istotne zależności zachodzące między zmiennymi opisującymi zjawiska wielowymiarowe. Pozwala na redukcję wymiaru przestrzeni cech, podział cech na podgrupy (główne składowe), interpretację relacji między składowymi.

3. Metody porządkowania liniowego

Metody porządkowania liniowego powodują rzutowanie przestrzeni wielowymiarowej na prostą. Często znajdują zastosowanie w rankingach obiektów. Aby móc uporządkować obiekty ze względu na wszystkie obserwowalne cechy, należy skonstruować syntetyczny miernik rozwoju (SMR). W metodach wzorcowych zakłada się istnienie obiektu modelowego, w stosunku do którego wyznacza się odleg-

² Została ona zaproponowana przez K. Pearsona w 1901 r. w 1933 r. po raz pierwszy do analizy struktury zależności zastosował ją H. Hotelling (por. [Hotelling 1933]).

³ Porównaj prace: [Manly 1994, s. 76-80; Morrison 1990, s. 393-416].

⁴ Takie wielkości proponuje K. Jajuga [1993, s. 196]. W. Pluta [1977, s. 72] postuluje, aby to było 95% zasobu zmienności wspólnej.

⁵ To kryterium zostało zaproponowane przez H. Kaisera [1960].

⁶ Test ospyska zaproponowany przez R. Cattella [1966] jest metodą graficzną.

łości badanych obiektów [Ostasiewicz 1998, s. 114-117]. W badaniach wykorzystano miarę rozwoju gospodarczego (SMR) określaną jako:

$$d_i = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0},$$

gdzie: $c_0 = \bar{c}_0 + 2S_0$, $\bar{c}_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_{i0}$, $S_0 = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (c_{i0} - \bar{c}_0)^2}$, $c_{i0} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k c_{ij}$;

c_{ij} – wartości cechy po unitaryzacji zerowej.

Dla miernika SMR im wartości są bliższe 0, tym obiekt jest bardziej zacofany, natomiast gdy zbliżają się do jedności, obiekt cechuje się wysokim rozwojem. Często są one punktem wyjścia do procedur podziału na skupienia liniowo uporządkowane.

4. Analizy numeryczne

Analizy numeryczne wykonano na danych otrzymanych w wyniku badania ankietowego przeprowadzonego w Polsce w 33 przedsiębiorstwach tej samej branży. Przedsiębiorstwa zostały wybrane w sposób celowy, aby możliwa była ocena ich konkurencyjności pod względem kapitału intelektualnego.

W pierwszym etapie badań na podstawie literatury wyodrębniono pięć podstawowych obszarów działalności przedsiębiorstwa związanych z kapitałem intelektualnym, tj. obszaru finansów, rozwoju, ludzi, klientów i procesów [Edvinsson, Malone 2001, s. 56-57]. W kolejnym etapie starano się stworzyć wskaźniki obejmujące ostatni rok działalności przedsiębiorstwa, odpowiadające każdemu z wymienionych obszarów. W analizie obszar finansów jest reprezentowany przez roczny zysk przedsiębiorstwa w tys. zł. oraz roczne koszty ogółem w tys. zł. Obszar rozwoju jest reprezentowany przez wskaźniki dotyczące rozwoju pracowników, tj. liczbę patentów i wniosków racjonalizatorskich w szt., nakłady na badania i rozwój w zł, koszty kształcania w zł, liczbę i rodzaj szkoleń – na ten temat tylko nieliczni udzielili odpowiedzi. W obszarze ludzkim zebrano dane dotyczące pracowników, struktury zatrudnienia, liczby wypadków przy pracy, liczby skarg i zażaleń ze strony pracowników, fluktuacji pracowników. W obszarze klientów proszono o dane związane z liczbą i „jakością” klientów, liczbą nowych klientów, reklamacjami, asortymentem. W obszarze procesów zebrano dane dotyczące liczby komputerów, jakości oprogramowania, kosztów administracyjnych, kosztów informatycznych.

W analizie wykorzystano następujące dane przeliczone na pracownika w celu sprowadzenia ich do porównywalności:

- x_1 – roczny zysk na pracownika przedsiębiorstwa w tys. zł,
- x_2 – roczne koszty ogółem przypadające na pracownika w tys. zł,
- x_3 – liczbę patentów i wniosków racjonalizatorskich przypadających na pracownika w szt.,
- x_4 – liczbę klientów przypadających na pracownika w osobach,

- x_5 – nakłady na badania i rozwój przypadające na pracownika w zł,
- x_6 – wydatki na informatyzację przypadające na pracownika w zł,
- x_7 – koszty kształcenia przypadające na pracownika w zł,
- x_8 – odsetek pracowników z wykształceniem wyższym.

W początkowym etapie analizy danych dokonano oceny istotności poszczególnych zmiennych wykorzystywanych do oceny kapitału intelektualnego poprzez zastosowanie analizy głównych składowych.

Obliczenia zostały przeprowadzone na podstawie zestandaryzowanych danych w pakiecie statystycznym *Statistica 6.0*.

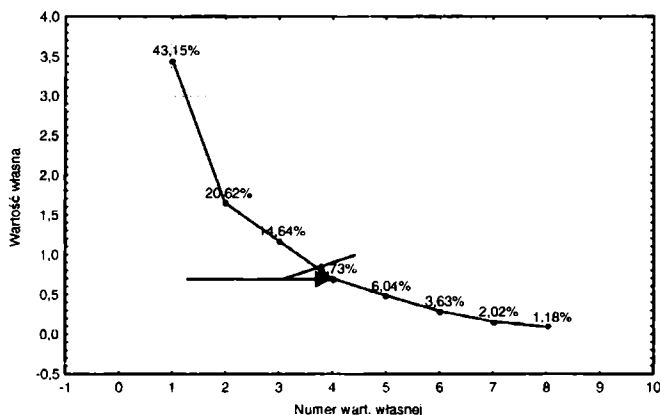
W tabeli 1 przedstawiono wartości własne i odsetek ogółu wyjaśnionej wariancji.

Tabela 1. Wartości własne i pokrewne statystyki

Główna składowa	Wartość własna	% ogółu wyjaśnionej wariancji	Skumulowany % ogółu wyjaśnionej wariancji
1	3,451966	43,14957	43,1496
2	1,649383	20,61729	63,7669
3	1,171152	14,63940	78,4063
4	0,698063	8,72579	87,1321
5	0,483556	6,04446	93,1765
6	0,290028	3,62535	96,8019
7	0,161310	2,01638	98,8182
8	0,094541	1,18176	100,0000

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu Statistica 6.0.

Ze względu na kryterium H. Kaisera powinny pozostać trzy główne składowe (tylko pierwsze trzy mają wartości własne większe od jedności), ze względu na skumulowany odsetek ogółu wyjaśnionej wariancji powinny pozostać co najmniej cztery główne składowe. Na rysunku 1 przedstawiono kryterium R. Cattella.



Rys. 1. Test osypiska

Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu Statistica 6.0.

Jak widać z rys. 1, powinniśmy pozostawić 3 lub 4 główne składowe. Zdecydowaliśmy się na pozostawienie do dalszych obliczeń 3 głównych składowych. Dla nich wyznaczono korelacje i ładunki czynnikowe.

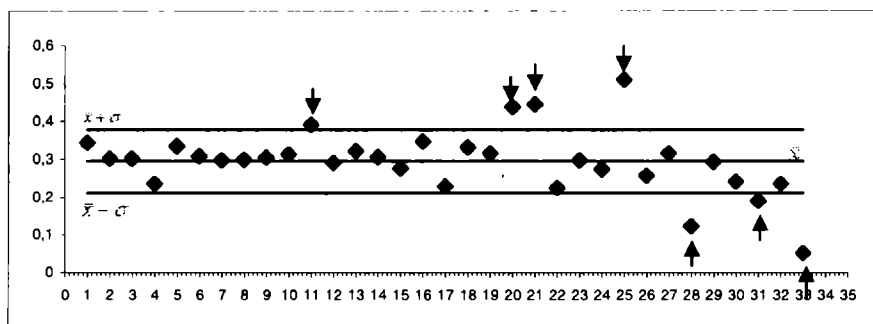
Tabela 2. Współczynniki czynnikowe zmiennych

Zmienne	Ładunki składowe			Korelacje między zmiennymi a składowymi		
	w1	w2	w3	C1	C2	C3
Zysk na 1 pracownika	0,1343	0,2134	0,01215	-0,68100	0,59332	-0,11929
Koszty ogółem na 1 pracownika	0,1952	0,0172	0,05221	-0,82087	0,16878	0,24729
Liczba patentów na 1 pracownika	0,0832	0,0035	0,30840	-0,53603	-0,07656	0,60098
Liczba klientów na 1 pracownika	0,0494	0,3394	0,10192	-0,41306	-0,74827	-0,34549
Wydatki na B+R na 1 pracownika	0,1914	0,0728	0,02908	-0,81303	-0,34657	-0,18455
Wydatki na informatyzację na 1 pracownika	0,1814	0,00003	0,13261	-0,79134	-0,00752	0,39409
Wydatki na doszkąlanie na 1 pracownika	0,1513	0,0054	0,23488	-0,72280	-0,09472	-0,52448
Odsetek pracowników z wyższym wykształceniem	0,0135	0,3479	0,12872	0,21611	-0,75759	0,38827

Pogrubioną czcionką zaznaczono korelacje istotne na poziomie 0,05.

Źródło: obliczenia własne z wykorzystaniem pakietu Statistica 6.0.

Pierwsza składowa ma wysoką wagę względem rocznego zysku na pracownika, rocznych kosztów ogółem na pracownika, wydatków na B+R, wydatków na informatyzację oraz wydatków na doszkąlanie. Składowa ta dotyczy wszystkich prezentowanych danych finansowych. Na drugą składową w największym stopniu wpływa liczba klientów przypadających na pracownika oraz odsetek pracowników mających wykształcenie wyższe. Jest to składowa związana z pracownikami i ich charakterystyką. Wartość trzeciej składowej najsilniej determinuje liczba patentów przypadających na pracownika. Jak widać z przedstawionych wyników analiz, wszystkie zmienne są istotne i powinny być wykorzystywane do oceny kapitału intelektualnego.



Rys. 2. Wartość SMR dla poszczególnych przedsiębiorstw
Źródło: opracowanie własne z wykorzystaniem pakietu Statistica 6.0.

Kolejnym etapem analizy kapitału intelektualnego w przedsiębiorstwach było ich uporządkowanie liniowe. W tym celu dla prezentowanej grupy przedsiębiorstw wyznaczono syntetyczny miernik rozwoju zaproponowany przez Hellwiga, w odniesieniu do zmiennych przekształconych za pomocą unitaryzacji zerowej. Wyznaczony wskaźnik kapitału intelektualnego (SMR) przyjmuje wartości z przedziału od 0,05 do 0,51. Istotnie wyróżniające się przedsiębiorstwa pod względem miernika kapitału intelektualnego to 20, 21, 25, natomiast przedsiębiorstwa charakteryzujące się najniższymi wartościami miernika to 28, 31, 33. Otrzymane wartości SMR przedstawiono na rys. 2.

Przeciętnie wartość SMR wynosiła dla przedsiębiorstwa 0,296304, a odchylenie standardowe było równe 0,083537. Po przyjęciu przedziału od 0,212766 do 0,379841 za przedział typowych wartości SMR okazuje się, że SMR dla 26 przedsiębiorstw znajduje się w tym przedziale. Dla 4 przedsiębiorstw wskaźnik ten przyjmuje wyższe wartości, a dla 3 – wartości niższe.

Przedsiębiorstwa 11, 20, 21, 25 należą zatem do wyróżniających się pod względem kapitału intelektualnego i są wyraźnie konkurencyjne w swojej branży.

Według SMR najlepszym przedsiębiorstwem ze względu na potencjał kapitału intelektualnego w badanej grupie jest przedsiębiorstwo oznaczone numerem 25 – można je uznać za lidera w tej branży, a najsłabszy potencjał kapitału intelektualnego ma przedsiębiorstwo oznaczone numerem 33.

5. Podsumowanie

Przeprowadzone porządkowanie liniowe pozwoliło na zhierarchizowanie przedsiębiorstw ze względu na wartość miernika kapitału intelektualnego oraz odnalezienie przedsiębiorstwa najlepszego i najgorszego. Jak widać (w przedstawionym przypadku), metody porządkowania liniowego można stosować do oceny kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa w stosunku do konkurencji – pozwalają one określić pozycję przedsiębiorstwa na tle konkurentów pod względem kapitału intelektualnego.

Metody te pozwalają również na obiektywną, precyzyjną i kompleksową ocenę kapitału intelektualnego przedsiębiorstwa względem badanej grupy przedsiębiorstw oraz dają możliwość porównania ich konkurencyjności. Stosowanie tych metod zwielokrotnia siłę poznawczą kapitału intelektualnego i chroni badacza przed subiektywizmem.

Literatura

Brooking A. (1999), *Corporate Memory. Strategies for Knowledge Memory*, International Thomson Business Press, London, s. 16-21.

- Cattell R.B. (1966), *The Scree Test for the Number of Factors*, „Multivariate Behavioral Research” 1, s. 245-276.
- Edvinsson L., Malone M. (2001), *Kapitał intelektualny*, PWN, Warszawa.
- Hellwig Z. (1968), *Zastosowania metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny” z. 4, s. 307-327.
- Hotelling H. (1933), *Analysis of a Complex of Statistical Variables into Principal Components*, „Journal Education Psychology” 24.
- Jajuga K. (1993), *Statystyczna analiza wielowymiarowa*, „Biblioteka Ekonometryczna”, PWN, Warszawa.
- Kaiser H.F. (1960), *The Application of Electronic Computers to Factor Analysis*, „Educational and Psychological Measurement” 20, s. 141-151.
- Kapitał intelektualny – czy to działa?*, (2004), rozmowa A. Kowalika z A. Puliciem, CFO 2/2004 na podstawie http://cfo.cxo.pl/archiwum/numer_1109.html.
- Manly B.F.J. 1(1994), *Multivariate Statistical Methods*, Chapman & Hall/ CRC, s. 76-80.
- Morrison D.F. (1990), *Wielowymiarowa analiza statystyczna*, PWN, Warszawa.
- Ostasiewicz W. (1998), *Statystyczne metody analizy danych*, AE, Wrocław, s. 114-117.
- Pluta W. (1977), *Wielowymiarowa analiza porównawcza w badaniach ekonomicznych*, PWE, Warszawa.
- Świerzewski O., Juchniewicz-Rembelska M. (2005), *Kapitał intelektualny, czyli tajemnice czarnej dziury*, „Gazeta Wyborcza”, 13.09.2005.

LINEAR ORDERING METHODS TO CONSTRUCTION OF MEASURE OF INTELLECTUAL CAPITAL IN ENTERPRISE

Summary

Putting on intellectual capital is chance drastic reorientation in management presently and operations of each enterprises. It confirms financial results dynamically firms developing in the world, which base on knowledge activity and information. The aim this paper is purpose construction of measure of intellectual capital in enterprise with use linear ordering methods. It has given bases for structure these meters Hellwig.